

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 102 16 485 A 1

21	Aktenzeichen:	102 16 485.1
22	Anmeldetag:	13. 4. 2002
43	Offenlegungstag:	27. 3. 2003

(51) Int. Cl.⁷:
F 16 K 31/06
B 60 T 8/32
B 60 T 13/68
B 60 T 15/00

⑥⑥ Innere Priorität:
101 43 859. 1 07. 09. 2001

⑦1 Anmelder:
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,
DE

(72) Erfinder:
Courth, Christian, 60487 Frankfurt, DE

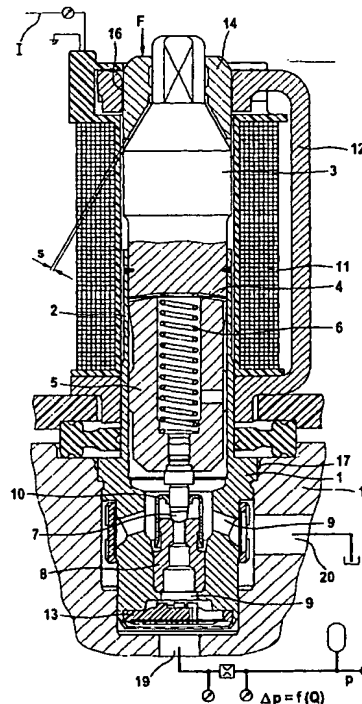
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 22 216 C2
DE 40 26 531 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Einstellung eines Elektromagnetventils

57 Die Erfindung betrifft ein Ventileinstellverfahren, durch das eine für das Elektromagnetventil charakteristischen Kennlinie mittels der Veränderung des magnetischen Widerstands erzielt wird.



DE 102 16 485 A 1

1 A 5891 DE 0216 485 A 1
BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines Elektromagnetventils, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug-Radschlupfregelsystem, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE 197 00 980 A1 ist bereits ein Elektromagnetventil der gattungsbildenden Art bekannt geworden, das infolge des gewählten einfachen Aufbaus ausschließlich die Funktion eines bistabil schaltenden Zweistellungsventils erfüllen kann.

[0003] Es sind aber auch bereits proportionalisierte Elektromagnetventile bekannt, die allerdings einen beträchtlichen regelungstechnischen als auch fertigungstechnischen Aufwand erfordern. Ein Elektromagnetventil dieser Bauart wird in der DE 196 53 895 A1 beschrieben.

[0004] Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Elektromagnetventil zu schaffen, das unabhängig von seiner Ausführungsform entweder als in Grundstellung geschlossenes oder geöffnetes Ventil auf möglichst einfache Weise einer exakten Einstellung einer elektromagnetisch initiierten Öffnungs- bzw. Schließcharakteristik folgt.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein Elektromagnetventil der angegebenen Art durch ein Einstellverfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden im nachfolgenden anhand mehrerer Zeichnungen erläutert.

[0007] Es zeigen:

[0008] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein in der Grundstellung stromlos geschlossenes Elektromagnetventil,

[0009] Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein in Grundstellung stromlos geöffnetes Elektromagnetventil.

[0010] Die Fig. 1 zeigt ein in Grundstellung stromlos geschlossenes Elektromagnetventil, dessen Ventilgehäuse 1 beispielhaft in Patronenbauweise ausgeführt ist. Das Ober- 35 teil des Ventilgehäuses 1 ist als dünnwandige Ventilhülse 2 gestaltet, in deren Endbereich ein stopfenförmiger Magnetkern 3 befestigt ist. Unterhalb des Magnetkerns 3 befindet sich der kolbenförmige Magnetanker 5. Der Magnetanker 5 nimmt innerhalb einer Stufenbohrung eine an sich bekannte Feder 6 mit linearem Kennlinienverlauf auf, die sich als Schraubendruckfeder mit ihrem einen Windungsende auf die Stirnfläche des Magnetkerns 3 erstreckt. Der Magnetanker 5 ist folglich unter der Wirkung der Feder 6 mit seinem 40 stoßförmigen Ventilschließglied 7 gegen einen Ventilsitz 8 im Ventilgehäuse 1 gepresst, wodurch ein das Ventilgehäuse 1 in Horizontal- und Vertikalrichtung durchdringender Druckmittelkanal 9 in der abbildungsgemäßen Ventilgrundstellung unterbrochen ist. Das stoßförmige Ventilschließglied 7 ist vorzugsweise mittels einer Presspassung im Magnetanker 5 fixiert und an seinem dem Ventilsitz 8 zugewandten Endabschnitt 8 in einer Führungshülse 10 zentriert, die konzentrisch zum Ventilsitz 8 im Ventilgehäuse 1 fixiert ist. 55

[0011] Durch eine auf dem Ventilgehäuse 1 angebrachte Ventilspule 11 und einen die Ventilspule 11 teilweise umschließendes Joch 12 läßt sich durch eine Erregung der Ventilspule 11 der Magnetkreis schließen und der Magnetanker 5 in Richtung auf den Magnetkern 3 bewegen. 60

[0012] Damit ist zunächst der Aufbau und die Wirkungsweise eines stromlos geschlossenen, binär schaltenden Elektromagnetventils beschrieben. Zum Betrieb, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug-Radschlupfregelsystem, muß die Vorspannung der Feder 6 dem maximalen hydraulischen Eingangsdruck im Druckmittelkanal 9 entsprechen, da der Eingangsdruck in der Bohrung des Ventilsitzes 8 das Ventil-

schließglied 7 beaufschlagt. Ein solches Ventil verhält sich bistabil, d. h. es ist entweder geschlossen oder geöffnet.

[0013] Erst durch die Anordnung eines Federelementes 4 im Elektromagnetventil nach Fig. 1, vorzugsweise im Luftspalt zwischen dem Magnetanker 5 und dem Magnetkern 3, wird die Magnetkraft virtuell geschwächt, wozu die Charakteristik des Federelementes 4 derart ausgelegt ist, dass die resultierende Magnetkraft bei Annäherung des Magnetankers 5 an den Magnetkern 3 und damit scheinbar mit zunehmendem Ventilhub im Ventilöffnungssinn schneller abnimmt als die aus dem hydraulischen Druck am Ventilschließglied 7 resultierende Stößelkraft, die im wesentlichen durch die hydraulische Beaufschlagung des Stößels festgelegt ist. Hierdurch kann entweder mittels geeigneter elektrischer Stromregelung in der Ventilspule 11 bei jeweils konstantem hydraulischen Druck oder aber durch Regelung des Drucks bei jeweils konstantem Ventilspulenstrom I jede beliebige Ventilhubposition zwischen den bistabilen Grenzlagen eingesteuert werden. Man hat damit die Möglichkeit, das Elektromagnetventil nicht nur als 2-Wegeventil, sondern auch im Analogbetrieb als Volumenstromregelventil zu betreiben. 20

[0014] Das scheibenförmige Federelement 4 liegt mit seinem Außenrand an der schrägen Magnetkernstirnfläche an, während der Innenrand des Federelementes 4 an der schrägen Stirnfläche des Magnetankers 5 abstützt. Der zwischen den parallelen Stirnflächen des Magnetankers 5 und des Magnetkerns 3 bestehende Axialabstand entspricht somit nach Berücksichtigung der Dicke des Federelementes 4 dem maximalen Magnetankerhub. Das Federelement 4 kann aus einem den Magnetfluss leitenden Material bestehen, um den effektiven Arbeitsluftspalt nicht unnötig zu vergrößert, so dass vorteilhaft keine Abschwächung der Magnetkraft eintritt. Bei elektromagnetischer Erregung wird das Federelement 4 elastisch zusammengepreßt und vollflächig an den Stirnflächen des Magnetkerns 3 und des Magnetankers 5 angelegt. Infolge einer der Bewegung des Magnetankers 5 entgegen gerichteten Federkraft des Federelementes 4 kann überdies der Magnetanker 5 abgebremst werden, bevor er das Federelement 4 vollflächig gegen die Stirnfläche des Magnetkerns 3 drückt, so dass sich u. a. auch bei Bedarf das Schaltgeräusch des Elektromagneten vermindern läßt. 30

[0015] Durch die Vorspannkraft des Federelementes 4 wird überdies nach Abschluss der elektromagnetischen Erregung eine mögliche schnelle Rückstellung des Magnetankers 5 aus der Endlage am Magnetkern 3 bewirkt, da durch die Rückstellendenz des Federelementes 4 das durch Remanenz normalerweise hervorgerufene sog. Magnetankerkleben am Magnetkern unterbrochen wird. 45

[0016] Die Zuströmung und damit die Druckbeaufschlagung des Ventilschließgliedes 7 erfolgt von unten, d. h. über einen den vertikalen Druckmittelkanal 9 abdeckenden Plattenfilter 13 in Richtung auf die Stirnfläche des Ventilschließgliedes 7 und damit über den freigebbaren Ringquerschnitt und über die in der Führungshülse 10 gelegenen Durchgangsöffnungen in Richtung der das Ventilgehäuse 1 durchquerenden Druckmittelkanäle 9. 50

[0017] Die Einstellung einer für das Elektromagnetventil charakteristischen Kennlinie erfolgt mittels der Veränderung des magnetischen Widerstands, wozu die Ventilspule 11 mit einem konstanten Prüfstrom I erregt und das Ventilschließglied 7 mit einem konstanten hydraulischen oder pneumatischen Prüfdruck p beaufschlagt wird, wobei der Prüfstrom I eine gewünschte Korrelation zum Prüfdruck p besitzt. Hierzu wird eine den magnetischen Widerstand beeinflussende magnetische Einstellhülse 14 von oben in eine Jochöffnung 16 des Jochs 12 zur Justierung des Ventilschließ- oder Öffnungspunktes hineinverschoben, bis in-

folge der Magnetkreisveränderung (Magnetkreisverstärkung) das Ventilschließglied 7 gerade so vom Ventilsitz 8 abgehoben wird, so daß ein Durchfluß Q eines unter dem Prüfdruck p stehendes Druckmittels vom Ventilschließglied 7 in Richtung der quer zur Ventilachse verlaufenden Druckmittelkanäle 9 freigegeben wird. Die Einstellhülse 14 wird nach der Einstellung des Ventilöffnungspunktes kraft-, form-, oder stoffschlüssig in der Jochöffnung 16 am Magnetkern 3 arretiert. In vorliegendem Ausführungsbeispiel besteht die Einstellhülse 14 aus einem auf den Magnetkern 3 aufgepreßten Ring, der in Richtung des Magnetkerns 3 trichterförmig geöffnet ist und der zur Beeinflussung des magnetischen Widerstands gegenüber einem Kegelausschnitt des Magnetkerns 3 einen Luftspalt s aufweist. Zur kraftschlüssigen Befestigung der Einstellhülse 14 weist der Magnetkern 3 einen aus der Jochöffnung 16 hervorstehenden Zapfen auf, der in der erwähnten Pressverbindung mit der Innenwand der Einstellhülse 14 steht. Hingegen kontaktiert die zylindrische Außenwand der Einstellhülse 14 das Joch 12 im Bereich der Jochöffnung 16 in Form einer leichtgängigen Schiebepassung.

[0018] Das Elektromagnetventil ist in einer mit einer Ventilaufnahmebohrung 17 versehene Vorrichtung 18 aufgenommen, die unten mit einer dem Prüfdruck p ausgesetzten Zulaufbohrung 19 und seitlich mit einer Ablaufbohrung 20 für ein pneumatisches oder hydraulisches Prüfmittel versehen ist. Die auf den aus der Vorrichtung 18 hervorstehenden Hülsenabschnitt des Ventilgehäuses 1 aufgesetzte Ventilschließspule 11 übernimmt die Funktion einer Prüfspule, die mit einem konstanten elektrischen Strom I erregt wird.

[0019] Die blockförmige Vorrichtung 18 ist derart gestaltet, daß sowohl wenigstens ein in Grundstellung stromlos geschlossene oder ein stromlos geöffnete Elektromagnetventil aufgenommen und eingestellt werden kann.

[0020] Abweichend von den Darstellungen in der vorangegangenen Figur ist in der Fig. 2 eine Anwendung des Erfindungsgegenstandes für ein elektromagnetisch nicht erregtes, in Grundstellung geöffnetes Elektromagnetventil gezeigt. Abweichend von dem bereits bekannten Ventilaufbau gemäß Fig. 1 ist nunmehr der als dickwandiger Hohlzylinder ausgeführte Magnetkern 3 ein einstückiges Bestandteil des in Patronenbauweise gefertigten Ventilgehäuses 1. Der stoßförmige Abschnitt des Ventilschließgliedes 7 erstreckt sich folglich durch den Magnetkern 3 in Richtung des domförmig geschlossenen Bereichs der dünnwandigen Ventilhülse 2 bis in den Magnetanker 5, dessen Stirnfläche in Richtung auf das ebene Federelement 4 konvex geformt ist, während die unter dem Federelement 4 befindliche Stirnfläche des Magnetkerns 3 eine konkave Form aufweist. Eine in der Durchgangsbohrung des Magnetkerns 3 angeordnete Feder 6 mit linearer Kennlinie erstreckt sich durch die Öffnung des Federelementes 4 und hält den Magnetanker 5 in der elektromagnetisch nicht erregten Grundstellung auf Anschlag am Dom der Ventilhülse 2, so daß das Ventilschließglied 7 einen ungehinderten Druckmitteldurchgang zwischen den unterhalb und seitlich in die Ventilpatrone einmündenden Druckmittelkanälen 9 herstellt. In dieser Ventilstellung liegt das Federelement 4 wirkungslos zwischen der erhabenen Außenkante der Magnetkernstirnfläche und der erhabenen Innenkante des Magnetankers 5 an. Bei einem stromlos offenen Elektromagnetventil muss sichergestellt sein, dass das Ventilschließglied 7 den Ventilsitz 8 in der erregten Magnetankerstellung absolut dicht verschließt, weshalb ein minimaler, vom Magnetanker 5 überbrückbarer Restluftspalt im Bereich des gedrückten Federelementes 4 verbleiben muss. Die Zuströmung und damit die Druckbeaufschlagung des Ventilschließgliedes 7 erfolgt abwärts gemäß von unten, d. h. stromaufwärts des Ventilschließ-

des 7 über einen den vertikalen Druckmittelkanal 9 abdeckenden Plattenfilter 13 in Richtung auf die Stirnfläche des geöffneten Ventilschließgliedes 7 und damit über den freigegebenen Ringquerschnitt in Richtung der das Ventilgehäuse 1 durchquerenden Druckmittelkanäle 9. Die Abströmung erfolgt somit über einen die quer verlaufenden Druckmittelkanäle 9 abdeckenden Ringfilter 15.

[0021] Durch die Überlagerung der progressiven Kennlinie des Federelementes 4 mit der linear verlaufenden Kennlinie der Feder 6 ergibt sich die Voraussetzung für einen regelungstechnisch einfachen Betrieb eines ursprünglich bistabilen Elektromagnetventils als Volumenstrom-Regelventil.

[0022] Die Einstellung der gewünschten Kennlinie für das Elektromagnetventil nach Fig. 2 erfolgt wiederum mittels der Veränderung des magnetischen Widerstands, wozu die Ventilschließspule 11 mit einem konstanten Prüfstrom I erregt und das Ventilschließglied 7 mit einem konstanten hydraulischen oder pneumatischen Prüfdruck p beaufschlagt wird, wobei der Prüfstrom I eine gewünschte Korrelation zum Prüfdruck p besitzt. Hierzu wird eine den magnetischen Widerstand beeinflussende dünnwandige Einstellhülse 14 von oben in eine Jochöffnung 16 des Jochs 12 zur Justierung des Ventilschließpunktes hineinverschoben, bis infolge der Magnetkreisverstärkung das Ventilschließglied 7 am Ventilsitz 8 anliegt, so daß in der Ventilsitzöffnung der ursprüngliche Durchfluß Q eines unter dem Prüfdruck p stehendes Druckmittels abgesperrt ist. Folglich ist durch die Veränderung des magnetischen Übergangs zwischen der Einstellhülse 14 und dem Magnetanker 5 die Magnetkraft soweit gesteigert worden, daß das Ventil den gewünschte Strom/Druck-Kennlinienverlauf erreicht. Die Einstellhülse 14 wird nach der Einstellung der angestrebten Kennlinie vorzugsweise mittels Laserschweißung stoffschlüssig an der Ventilhülse 2 fixiert. In vorliegendem Ausführungsbeispiel besteht die Einstellhülse 14 aus einem verschiebbar am Außenumfang der Ventilhülse 2 aufgesetzten magnetischen Ring, der zur Beeinflussung des magnetischen Widerstands in der Jochöffnung 12 gegenüber der Innenwand des Jochblechs 12 einen möglichst kleinen Luftspalt s aufweist. Damit ist der magnetischen Widerstand zwischen der Ventilschließspule 11 und dem Ventil möglichst gering. Infolge der nicht magnetisierbaren Ventilhülse 2 besteht aber auch ein in Richtung des Magnetankers 5 elektromagnetisch zu überbrückender Radialabstand, dessen die Magnetkraft schwächender Einfluß durch die Einschubtiefe der zwischen der Ventilhülse 2 und dem Jochblech 12 angeordneten Einstellhülse 14 veränderbar ist. Mit zunehmender Überdeckung L des Magnetankers 5 durch die Einstellhülse 14 läßt sich nämlich der durch den Radialabstand primär beeinflusste magnetische Widerstand verringern.

[0023] Auch das Elektromagnetventil nach Fig. 2 ist in einer mit einer Ventilaufnahmebohrung 17 versehene Vorrichtung 18 aufgenommen, die von unten mit einer dem Prüfdruck p ausgesetzten Zulaufbohrung 19 und seitlich mit einer Ablaufbohrung 20 für ein pneumatisches oder hydraulisches Prüfmittel versehen ist. Die auf den aus der Vorrichtung 18 hervorstehenden Hülsenabschnitt des Ventilgehäuses 1 aufgesetzte Ventilschließspule 11 übernimmt die Funktion einer Prüfspule, die mit einem konstanten elektrischen Strom I erregt wird.

[0024] Die blockförmige Vorrichtung 18 ist derart gestaltet, daß sowohl das eingangs erwähnte, in Grundstellung stromlos geschlossene als auch das stromlos geöffnete Elektromagnetventil aufgenommen und eingestellt werden kann.

[0025] Durch die anhand den beiden Ausführungsbeispielen erläuterte Einstellmaßnahme wird deutlich, daß die im Rahmen der Ventulfertigung auftretenden geometrischen Abweichungen, Federkraftstreuungen und unterschiedli-

chen magnetischen Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe verblüffend einfach kompensiert werden können, indem nach dem Zusammenbau des Elektromagnetventils dessen Istkennlinie (Ventilschließ- bzw. Öffnungsverhalten in Abhängigkeit von Strom I und Prüfdruck p) gemessen wird und durch die Veränderung des magnetischen Widerstands mittels der Einstellhülse 14 auf die gewünschte Sollkennlinie korrigiert wird.

[0026] Die Erfindung ist nicht auf Proportionalventile beschränkt, sondern universell für alle Bau- und Betätigungsformen von Magnetantriebe verwendbar. Überdies kann die zur Ventileinstellung beispielhaft vorgestellte Vorrichtung 18 auch zur Ventulfunktionsprüfung dienen.

Bezugszeichenliste

1 Ventilgehäuse	
2 Ventilhülse	
3 Magnetkern	
4 Federelement	20
5 Magnetanker	
6 Feder	
7 Ventilschließglied	
8 Ventilsitz	
9 Druckmittelkanal	25
10 Führungshülse	
11 Ventilschließpule	
12 Joch	
13 Plattenfilter	
14 Einstellhülse	30
15 Ringfilter	
16 Jochöffnung	
17 Ventilaufnahmebohrung	
18 Vorrichtung	
19 Zulaufbohrung	35
20 Ablaufbohrung	
I Ventilschließstrom	
p Druck	
s Luftspalt	
L Überdeckung	40
Q Durchfluß	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung eines Elektromagnetventils, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug-Radschlupfregelsystem, das ein Ventilgehäuse aufweist, in dem sich ein Ventilschließglied bewegt, mit einem an Ventilschließglied angebrachten Magnetanker, der in Abhängigkeit von der elektromagnetischen Erregung einer am Ventilgehäuse angebrachte Ventilschließpule eine Hubbewegung in Richtung eines im Ventilgehäuse angeordneten Magnetkerns vollzieht, sowie mit einer Feder, die in der elektromagnetisch nicht erregten Ventilstellung den Magnetanker in einem definierten Axialabstand vom Magnetkern positioniert, so dass der Magnetanker vom Magnetkern durch einen Zwischenraum getrennt ist, sowie mit einem magnetischen Widerstand in einem Magnetkreis des Elektromagnetventils, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstellung einer für das Elektromagnetventil charakteristischen Kennlinie mittels der Veränderung des magnetischen Widerstands erfolgt, wozu die Ventilschließpule (11) mit einem konstanten Prüfstrom (I) erregt und das Ventilschließglied (7) mit einem konstanten hydraulischen oder pneumatischen Prüfdruck (p) beaufschlagt wird, wobei der Prüfstrom (I) eine gewünschte Korrelation zum Prüfdruck (p) besitzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine den magnetischen Widerstand beeinflussende Einstellhülse (14) zur Justierung des Ventilschließ- oder Öffnungspunktes in eine Jochöffnung (16) hineinverschoben wird, bis infolge der Magnetkreisveränderung entweder das Ventilschließglied (7) am Ventilsitz (8) druckmitteldicht anliegt oder gerade abgehoben ist, so daß ein Durchfluß (Q) eines unter dem Prüfdruck (p) stehendes Druckmittels vom Ventilschließglied (7) unterbrochen oder freigegeben wird.

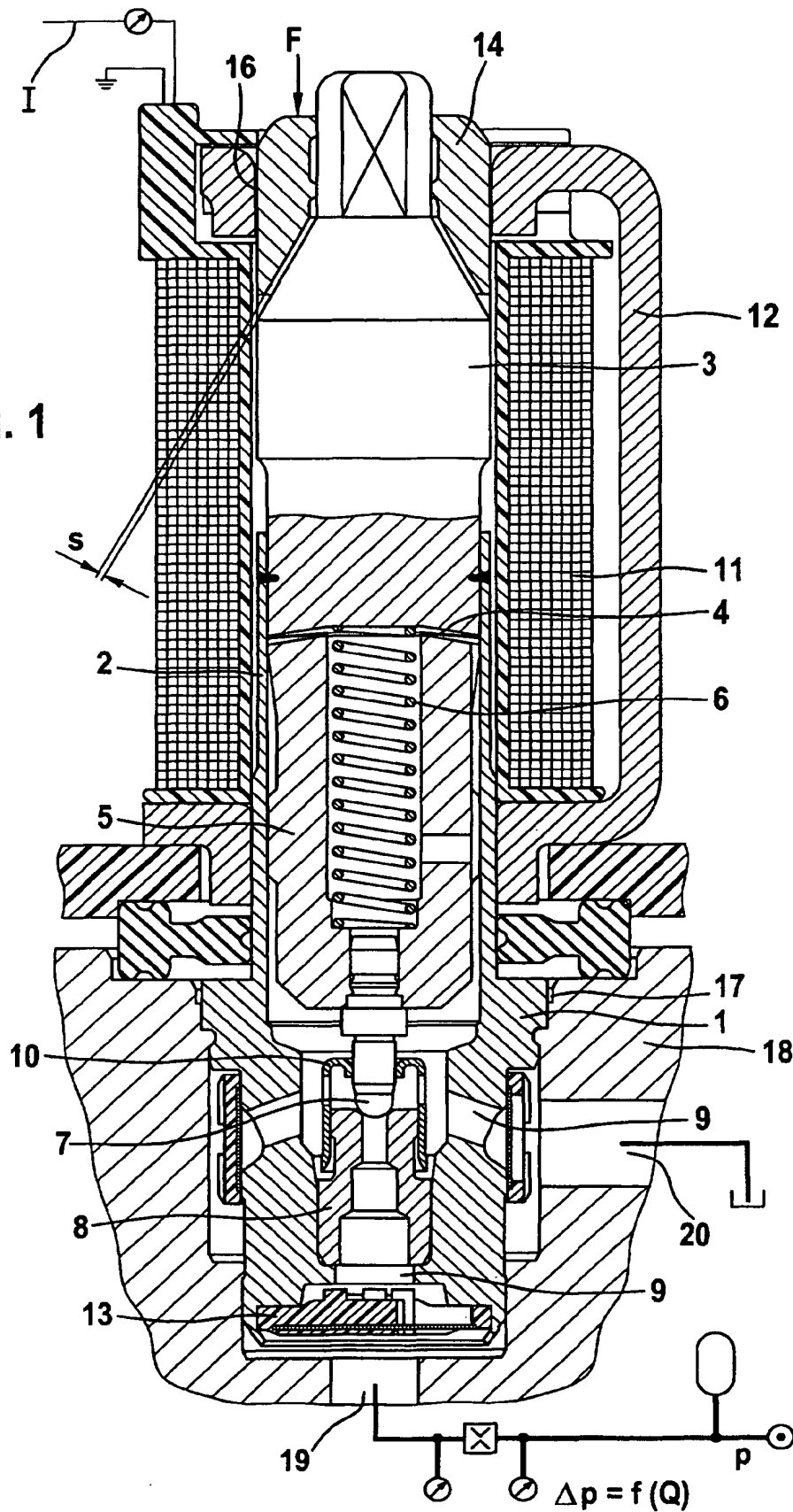
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellhülse (14) nach der Einstellung des Ventilschließ- oder Öffnungspunktes kraft-, form-, oder stoffschlüssig in der Jochöffnung (16) arretiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektromagnetventil in eine mit wenigstens einer Ventilaufnahmebohrung (17) versehene Vorrichtung (18) aufgenommen wird, die mit einer dem Prüfdruck (p) ausgesetzten Zulaufbohrung (19) und einer Ablaufbohrung (20) für ein Druckmittel versehen ist, und daß die auf das aus der Vorrichtung (18) hervorstehende Teil des Ventilgehäuses (1) aufgesetzte Ventilschließpule (11) als Prüfpule ausgeführt ist, die auf das Ventilgehäuse (1) aufgesetzt wird, bis durch das Verschieben einer Einstellhülse (14) in einer Jochöffnung (16) in der Prüfpule die gewünschte Ventilkennlinie erreicht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in die Vorrichtung (18) sowohl in Grundstellung stromlos geschlossene als auch stromlos geöffnete Elektromagnetventile eingesetzt und mittels der Justierung einer Einstellhülse (14) in einer Jochöffnung (16) der Ventilschließpule (11) eingestellt werden.

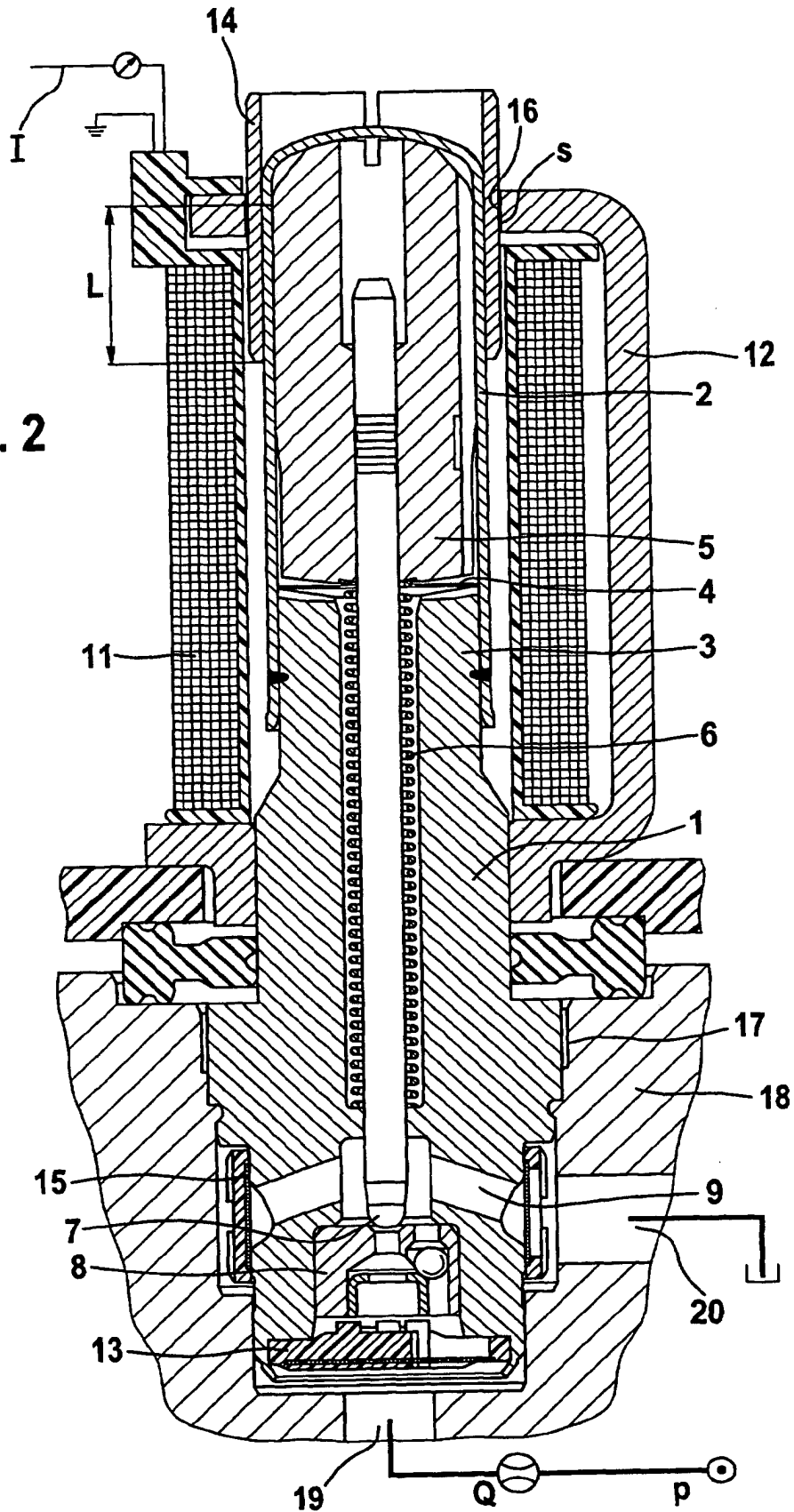
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



REST AVAILABLE COPY

Fig. 2



BEST AVAILABLE COPY